

Tomasz KALICKI

Zakład Geomorfologii i Hydrologii Gór i Wyżyn

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Kraków

Marek KRĄPIEC

Instytut Geologii i Surowców Mineralnych

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

PROBLEMY DATOWAŃ FORM I ALUWIÓW METODĄ DENDROCHRONOLOGICZNĄ NA PRZYKŁADZIE DOLINY WISŁY KOŁO KRAKOWA

Streszczenie. W artykule przedstawiono trzy stanowiska w dolinie Wisły koło Krakowa, które zostały szczegółowo opracowane geologicznie i dendrochronologicznie. Autorzy kwestionują starsze prace, w których datowania pni czy ich generacji odnoszono wprost do wieku aluwii. Stan zachowania pni jest cechą diagnostyczną pozwalającą określić, czy pnie spoczywają w miejscu pierwotnego złożenia. Taka analiza i profile kopalnych równin zalewowych z pniakami *in situ* umożliwiają datowanie starszych osadów. Analiza przestrzennego rozmieszczenia pni umożliwia odtworzenie kierunków migracji kopalnych starorzeczy, mimo zniszczenia ich osadów.

PROBLEMS IN DENDROCHRONOLOGICAL DATING OF ALLUVIAL SEDIMENTS - SELECTED EXAMPLES FROM THE VISTULA RIVER VALLEY NEAR CRACOW

Summary. The paper discusses experience in application of dendrochronology to dating of alluvial sediments gathered during detailed geological and dendrochronological studies of three sites in the Vistula river valley near Cracow. The authors criticise opinions expressed in some older papers based on assumption that the age of single trunks or their generations coincide with the age of alluvial sediments. The preservation of trunks seems to be the best diagnostic feature which may help to recognize if the trunks are really *in situ*. This type of dendrochronological information in association with sedimentological profiles of fossil flood plains enables reliable dating of older sediments.

ПРОБЛЕМЫ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО ДАТИРОВАНИЯ РЕЧНЫХ ОСАДКОВ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДОЛИНЕ РЕКИ ВИСЛЫ ВБЛИЗИ КРАКОВА

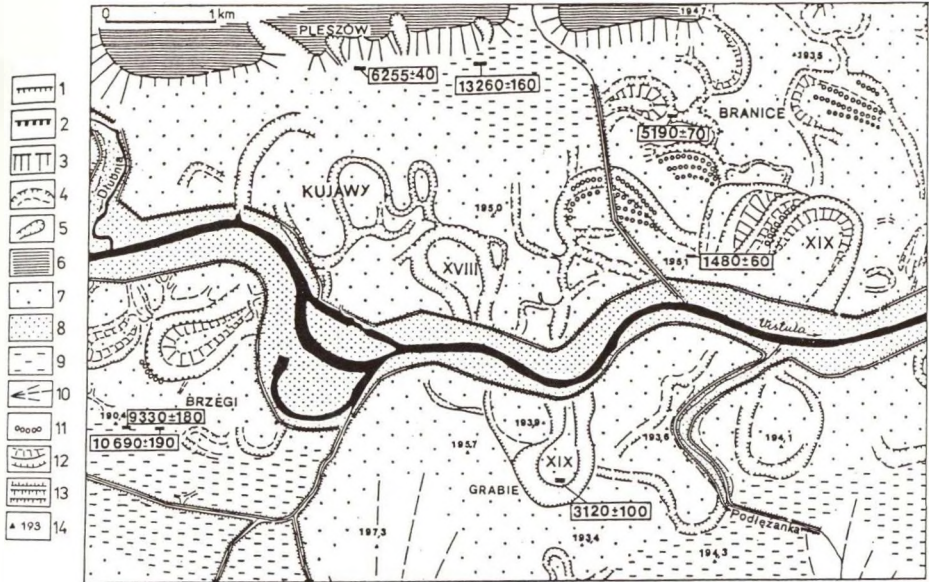
Резюме. Авторы на основе геологических, геоморфологических и дендрохронологических исследований речных осадков в долине реки Вислы вблизи Кракова представляют критику прежних работ по применению дендрохронологии для датирования речных осадков. Сохранение стволов деревьев является самым лучшим признаком отсутствия перемещения деревьев и в соединении с результатами седиментологических исследований ведет к надежному определению возраста осадков.

WPROWADZENIE

Od XIX w. znajdujemy w literaturze wzmianki o licznych występowaniu "czarnych dębów" w aluwiach Wisły koło Krakowa (Bieniasz, 1888; Zaręczny, 1894). Od samego początku ich wiek budził kontrowersje (Bieniasz, 1888) i oceniany był na starszy holocen (Kmietowicz-Drathowa, 1964) lub początek subatlantyku (Środoń, 1952; Pierzchała, 1960). Ten ostatni pogląd potwierdziły pierwsze datowania (Tauber, 1968; Środoń, 1980). Kolejne datowania różnych dolin w Polsce pokazały jednak, że "czarne dęby" pochodzą z okresu całego holocenu (Mościcki, 1953; Dumanowski et al, 1962; Wroński, 1964; Linder, 1977; Florek, 1978; Alexandrowicz et al 1981; Goslar, Pazdur, 1985; Goslar, 1986). W latach osiemdziesiątych szczegółowe badania geologiczno-dendrochronologiczne (Kalicki, Krapiec, 1991a,b) pozwoliły na wydzielenie w rejonie Krakowa kilku generacji pni.

Również mechanizm formowania nagromadzeń pni w aluwiach budził wątpliwości. Pierwotnie uważano, że jest to efekt jednorazowych, katastrofalnych powodzi (Środoń, 1952; Becker, 1972), później zwrócono uwagę na rolę bocznej migracji koryta (Becker, Schirmer, 1977; Florek, 1978, 1984). Jednak ostatnie badania w dolinie Wisły pokazują, że horyzonty formowały się w okresach wzmożonej aktywności rzeki (Kalicki, 1981b).

Pnie - poza nielicznymi wyjątkami - spoczywają w osadach korytowych i ich pogrzebanie następowało wskutek narastania osadów w strefach odsypów przy bocznej migracji koryta (Florek, 1978; Kalicki, Krapiec, 1991a). Z zagadnieniem tym związany jest nienowory problem dotyczący możliwości datowania aluwiów za pomocą fosylnych drzew (Becker, Schirmer, 1977; Starkel, Thornes, 1981). Na kilku konkretnych przykładach z doliny Wisły chcielibyśmy pokazać różne możliwości i trudności interpretacji i datowania aluwiów. Prezentowane stanowiska znajdują się na krótkim odcinku doliny Wisły, liczącym 4 km, i usytuowane są blisko jej współczesnego koryta (rys. 1).



Rys. 1. Mapa geomorfologiczna równiny zalewowej Wisły w rejonie Kujaw, Grabi i Branice-Stryjowa (oprac. T. Kalicki). Objaśnienia: Krawędzie erozyjne: 1 - poniżej 3 m, 2 - 3-5 m, 3 - powyżej 5 m; 4 - paleomeandry, 5 - małe dolinki erozyjne, 6 - wyższe terasy Wisły, 7 - równina zalewowa Wisły, 8 - współczesna równina zalewowa (międzywale), 9 - szerokie obniżenia na równinie zalewowej, 10 - stożki napływowe, 11 - odsypy meandrowe, 12 - skłon wypukłego brzegu zakola, 13 - wały przeciwpowodziowe, 14 - punkty wysokościowe

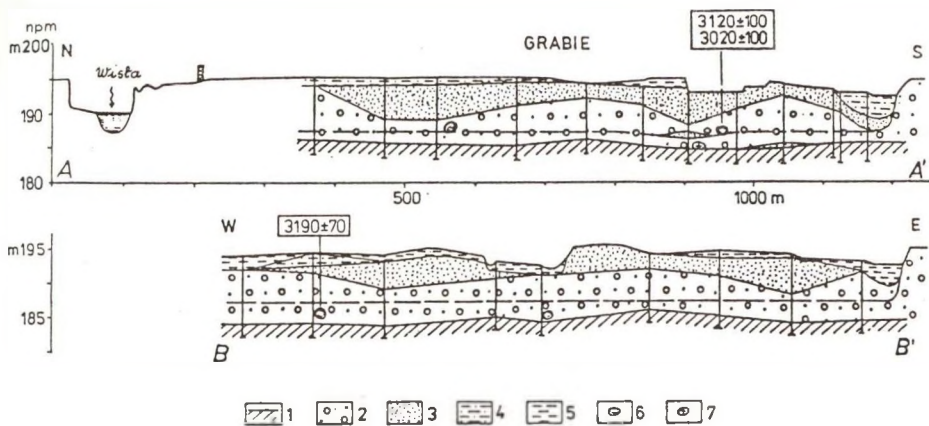
Fig. 1. Geomorphological map of the Vistula flood plain near Kujawy, Grabie and Branice-Stryjów (by T. Kalicki). Explanations: Edges: 1 - below 3 m, 2 - 3-5 m, 3 - above 5 m; 4 - palaeomeanders, 5 - small erosional valley, 6 - modern flood plain (inter-dike area), 9 - broad depressions interruting the valley floor, 10 - alluvial fans, 11 - point bars, 12 - sloping surface on the convex meander side, 13 - dikes, 14 - altitude (m)

BADANE STANOWISKA

Grabie

Żwirownia w Grabiach położona jest w obrębie zakola czynnego jeszcze w XIXw., które zostało odcięte sztucznym przekopem w okresie regulacji koryta w połowie ubiegłego wieku (rys. 1). Meander ten przechodził cykl rozwoju charakterystyczny dla swobodnego meandrowania z wyraźnym zwężaniem szyi meandrowej (Trafas, 1975). Podcinał on i niszczył starszy system, który wyraźnie zaznacza się w morfologii, a na wschodzie jest wykorzystywany współcześnie przez Podłęzańkę (Kalicki, Krąpiec, 1981b). Młodość aluwów potwierdzają również cienkie warstewki węgla kamiennego znajduwane w piaskach odsypów meandrowych. Świadczy to, że osady te nie są starsze niż I poł. XIX w. (por. Rutkowski, 1984). Charakterystyczna dla młodych starorzeczy Wisły jest również bardzo mała miąższość (do 30 cm) osadów powodziowych. Wywołane jest to prawdopodobnie głębokim wcięciem i tendencją do pogłębiania XIX-wiecznego koryta, co powodowało, że jedynie katastrofalne powodzie (np. 1813 r.) zalewały dno doliny, a po obwałowaniu Wisły sedymentacja mada była ograniczona jedynie do międzywala.

W aluwiach występują liczne pnie czarnych dębów, które jak wskazują wiercenia, zalegają na różnych głębokościach, od 6,4 m do 8,2 m, tj. 185 - 188 m n. p. m. Badaniami objęto 24 pnie i 3 pniaki wybabrowane w centralnej części odsypów meandrowych XIX-wiecznego starorzecza. Pnie czarnych dębów są równoległe. Dzięki sześciu oznaczeniom radiowęglowym wykonanym dla zewnętrznych i rdzeniowych słoików z trzech pni możliwe było datowanie tej generacji metodą "dopasowania krzywych" (curve fitting, por. Pearson, 1986; Goslar, 1990). Skonstruowana chronologia obejmuje okres 1779 - 1244 cal BC, tj. 3729 - 3194 cal BP (Krąpiec, 1992). Dęby te były składane w aluwiach w ciągu 230 lat od około 1470 do 1240 cal BC, tj. 3430 - 3190 cal BP. Część pni charakteryzuje się dobrym stanem zachowania, posiada fragmenty systemu korzeniowego i konarów, a także warstwę bielastą i sporadycznie korę.



Rys. 2. Przekroje geologiczne przez stanowisko Grabie (oprac. T. Kalicki).
 Objaśnienia: 1 - iły miocenne, 2 - piaski ze żwirami, 3 - piaski, 4 - mułki piaszczyste, 5 - mułki, 6 - pnie "czarnych dębów", 7 - eratyk granitowy

Fig. 2. Geological cross-section at Grabie site (by T. Kalicki).
 Explanations: 1 - Miocene clay, 2 - sands and gravels, 3 - sands, 4 - sandy silts, 5 - silts, 6 - black oak trunks, 7 - granitic erratic boulder

Występują również pnie połamane i ze śladami obróbki przez materiał niesiony w rzece.

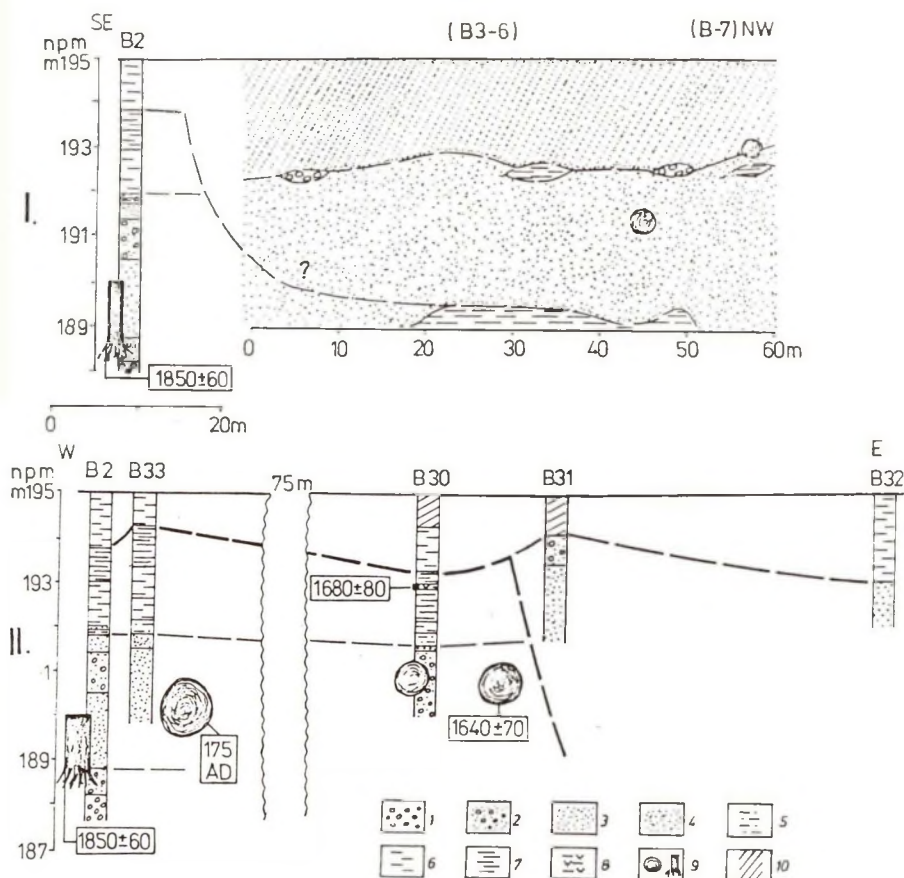
Na stanowisku w Grabiach występuje bardzo duża niezgodność wiekowa pomiędzy aluwiami, których najmłodsze ogniwa były osadzone jeszcze w I poł. XIX wieku, a znajduwanymi w nich pniami "czarnych dębów" powalonymi około 300 lat temu (1470 - 1250 cal BC) w okresie wzmożonej aktywności Wisły oraz innych rzek w Polsce i w Europie Środkowej, związanej z ochłodzeniem klimatu (Kalicki, 1991b; Kalicki, Krąpliec, 1991b). Pnie te były pierwotnie składane w starszych aluwiami systemu widocznego w terenie, który dzięki temu z dużą dozą prawdopodobieństwa można datować na około 3000 lat. Starorzecze Wisły

tego wieku znane jest również z sąsiedniego stanowiska w Łęgu A (Kalicki, 1991a). W trakcie niszczenia starszego systemu w Grabiach i przerabiania jego aluwii przez Wisłę w XIX wieku pnie były włączane w obręb dużo młodszych osadów (rys. 2). Równocześnie jednak poziom erozyjny XIX-wiecznego koryta znajdował się na wysokości 187 m n. p. m. i nie osiągnął spągu starszych aluwii. Spowodowało to, że pnie leżące powyżej tego poziomu były obrabiane i redeponowane, a pnie leżące głębiej, poniżej tego poziomu, spoczywają *in situ*. Właśnie te ostatnie pnie posiadają warstwę bielastą i korę. Potwierdzeniem tego może być pień dębu z warstwą bielastą i korą, który został obrobiony jedynie w części. Najprawdopodobniej zalegał on skośnie w osadzie na granicy przerabiania aluwii.

Branice-Stryjów

W rejonie żwirowni w Branicach-Stryjowie w morfologii zaznaczają się dwa starorzecza (Kalicki, Krapiec, 1991a) (rys. 1). Jak wskazują źródła historyczne (Kuraś, 1965; Trafas, 1975), starsze z nich, usytuowane w zachodniej części, było jeszcze czynne w XIX wieku, a odcięte zostało być może dopiero z końcem XVII wieku. Młodsze, znajdujące się we wschodniej części, powstało w wyniku odcięcia starszego i przesunęło się w dół rzeki mniej więcej równoległe do jej głównego kierunku biegu. Zostało to utrwalone w morfologii wyraźnymi krawędziami i rynkami, które towarzyszą młodszemu zakolu od strony zachodniej. W ostatnim okresie rozwoju meandra nastąpiło znaczne zwężenie jego szyi, a w czasie regulacji Wisły w połowie XIX wieku nastąpiło jego sztuczne odcięcie przekopem (Trafas, 1975).

W aluwiach żwirowo-piaszczystych występuje duża ilość pni czarnych dębów. Spotykane są one na różnych głębokościach, różny też jest ich stopień zachowania. Część z nich posiada gałęzie, warstwę bielastą i korę. Kilkanaście pni było datowanych metodą ^{14}C , a do badań dendrochronologicznych pobrano 85 pni, które utworzyły 3 chronologie datowane odpowiednio: BI - II na 201 BC - 175 AD, BIII na 863 - 1028 AD i BIV na 1100 - 1493 AD. Obserwuje się wyraźne zróżnicowanie przestrzenne występowania pni różnych generacji. Starsze pnie (BI - II) występują na obszarze całej żwirowni, natomiast



Rys. 3. Przekroje geologiczne przez kopalną równinę zalewową w Branicach-Stryjowie (oprac. T. Kalicki). Objaśnienia: 1 - żwiry, 2 - piaski ze żwirami, 3 - piaski 4 - piaski gliniaste, 5 - mułki piaszczyste, 6 - mułki pylaste, 7 - mułki ilaste, 8 - mułki organiczne, 9 - pnie i pniaki czarnych dębów, 10 - nasypy

Fig. 3. Geological cross-section of the fossil flood plain at Branice-Stryjów (by T. Kalicki). Explanations: 1 - gravels, 2 - sands and gravels, 3 - sands, 4 - silty sands, 5 - sandy silts, 6 - silts, 7 - clayey silts, 8 - organic silts, 9 - black oak trunks and stumps, 10 - mounds

młodsze układają się w sposób uporządkowany, gdyż ich wiek maleje z zachodu na wschód. W żwirowni znaleziono pnie noszące ślady obróbki przez człowieka (3060 ± 80 , 2260 ± 70 i 2200 ± 70 BP), a także kilkanaście pniaków, z których dwa były datowane na 1850 ± 60 i 1950 ± 60 BP. Już Kalicki i Starkel (1987) zwrócili uwagę, że jeden z nich (profil B2), datowany na 1850 BP, jest prawdopodobnie pniakiem stojącym *in situ* na powierzchni fosylnej równiny zalewowej (rys. 3). Ostatnie badania na Kujawach potwierdziły niepodważalnie, że istnieje możliwość zachowania pniaków w takiej pozycji.

Szczegółowe badania dendrochronologiczne w obrębie żwirowni umożliwiły wyróżnienie kilku różnowiekowych serii aluwiów. Najnowsze badania i datowania pozwalają jednak jeszcze uściślić obraz w porównaniu z ostatnio prezentowanym w obszernym opracowaniu tego stanowiska (Kalicki, Krąpiec, 1991a). Szczególnie skomplikowaną budowę wykazuje zachodnia część żwirowni w rejonie starszego starorzecza (rys. 4). Najstarszą serię tworzą tutaj żwiry z zachowanym wypełnieniem kopalnego starorzecza allerodzkiego, które w górnej partii zostało ścięte przez migrującą Wisłę. Następną serią są aluwia subatlantyckie z zachowanym wypełnieniem kopalnego starorzecza datowanego na 1480 ± 60 BP. Seria ta w pełni wykształcona zachowała się tylko na niewielkim obszarze (B2 - B30) jako ostatniec erozyjny reliktywnej i kopalnej równiny zalewowej (rys. 3). W jej obrębie znaleziony został *in situ* pniak ścięty przez człowieka około 1850 lat temu. Przykryty jest on 3-metrową warstwą piaszczystych odsypów meandrowych z wyraźnymi dwoma cyklami sedymentacji z sekwencją frakcjonowaną prostą. W obu cyklach średnia średnica (Mz) osadów zmienia się od 1,5, 1,8 ϕ do 2,1 ϕ w stropie. Zarówno zakorzeniony pniak, jak i podwójny cykl sedymentacji świadczą, że mamy tu do czynienia z rzeką agradującą, a w profilu B2 obserwujemy aluwia dwóch kolejnych odsypów meandrowych. W osadach piaszczystych tej serii nieco na wschód (B30) znalezione zostały również pnie czarnych dębów datowane dendrochronologicznie na 175 AD i $173 \pm \frac{5}{8}$ AD oraz radiowęglowo na 1640 ± 70 BP. Posiadały one warstwę drewna bielastego, a miejscami korę. Serię tę kończą pylasto-piaszczyste (Mz = 5,2 - 8 ϕ) osady powodziowe w dolnej partii z przewarstwieniami

piaszczystymi. Ku górze mady przechodzą w osady pylasto-ilaste ($Mz = 6,2 - 7,3\theta$), które w obniżeniach miały charakter mułków organicznych i były datowane na 1680 ± 80 BP (B30), co pozwala określić wiek całej serii. Najmłodszą serią w zachodniej części żwirowni są osady starszego starorzecza widocznego w rzeźbie terenu. Koryto to ścięło osady wypełniające poniżej leżące starorzecza subatlantyckie i zniszczyło serię aluwiów subatlantyckich. W trakcie przerabiania starszych aluwiów rzeka wymywała z nich starsze pnie (2220 ± 120 BP), szczątki organiczne (2700 ± 70 BP, 1660 ± 120 BP) i włączała je w obręb swoich dużo młodszych aluwiów. Zachowany erozyjny ostaniec starszej równiny zalewowej przy ciągle agradującej rzece został przykryty młodszymi pylasto-piaszczystymi ($Mz = 4,8 - 6,1\theta$) madami. Dlatego też współcześnie ten fragment równiny zalewowej wyróżnia się wyjątkowo miąszszą (ponad 3 m) pokrywą mad (rys. 4).

W obrębie młodszego starorzecza zaznaczają się kolejne włożenia aluwiów związane z przerzutami koryta w dół rzeki przy powolnej erozji (rys. 4). W osadach korytowych spotykamy tu pnie wszystkich generacji i pochodzą one z rozmywanej, starszej serii aluwiów, która *IN SITU* mogła się ewentualnie zachować tylko pod trzecią od zachodu najpłycej wciętą rynną. Równocześnie obserwowane zjawisko występowania coraz młodszych pni czarnych dębów od zachodu ku wschodowi nie jest raczej związane z działalnością młodszego koryta, ale jest uporządkowaniem pierwotnym, które występowało w serii subatlantyckiej i zostało powtórzone w dużo młodszej serii aluwiów.

Duża ilość pni była przyczyną zmian koryta w obrębie młodszego systemu. Wywoływały one przyspieszoną akumulację w strefach odsypów, co powodowało szybki wzrost krzywizny koryta i jego częściowe odcinanie (chute cut-off) w okresach powodzi (Kalicki, 1991a). Podobnie jak w Grabiach, dla tego najmłodszego systemu charakterystyczna jest bardzo mała miąższość osadów powodziowych nie przekraczająca 0,5 m.

Kujawy

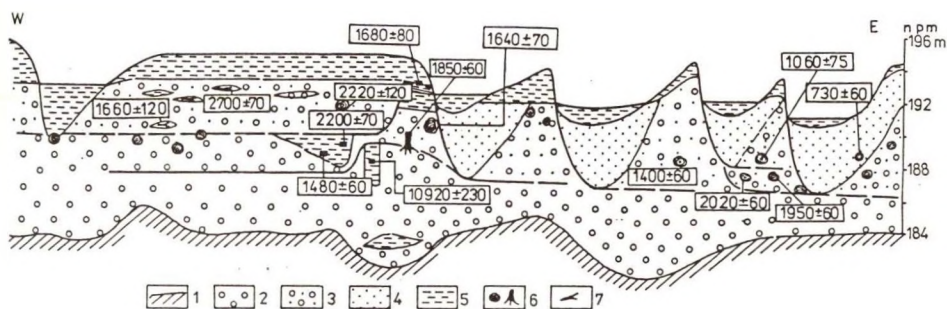
System w Kujawach jest bardzo dobrze czytelny w morfologii i składa się z pojedynczego małego paleomeandra i odcinającej go rynny tworzącej cztery

meandry, która została porzucona w wyniku awulsji koryta. Od północy graniczy on ze staroatlantycką serią paleomeandra w Oleszowie I i fragmentem późnoglacialnej równiny aluwialnej roztokowej Wisły w Pleszowie II (Wasylikowa et al, 1985; Kalicki, 1992). Od południa przecina go duży paleomeander w Holendrach, który został naturalnie odcięty w końcu XVIII wieku, prawdopodobnie w okresie wielkich powodzi 1785 - 1788 (Trafas, 1975).

Z aluwiów systemu w Kujawach wydobyto dotychczas 82 pnie czarnych dębów. Tworzą one dwie generacje. Pierwsza z nich obejmująca 24 pnie była akumulowana w osadach w okresie 440 - 560 AD. Pnie te noszą ślady obróbki przez materiał niesiony w rzece, nie posiadają warstwy bielastej ani kory. Są to pnie stosunkowo młodych drzew rosnących od 50 do 150 lat o niewielkich średnicach do 60 - 80 cm. Drugą grupę stanowią 34 dęby z zachowaną w większości przypadków warstwą bielastą i niekiedy korą. Ponad połowa pni z tej generacji charakteryzuje się olbrzymimi rozmiarami (średnica do 1,8 m i długość do 20 m) oraz znaczną ilością przyrostów rocznych (ponad 200, maksymalnie 329). Pnie te zostały powalone między 900 AD a 1050 AD w kolejnym okresie wzmożonej aktywności Wisły (Kalicki, 1991b), zaznaczającym się generacją pni (BIII) w Branicach-Stryjowie i wkładkami mad w osadach organicznych w rejonie Okoju (Radwański, 1972). Stwierdzono także kilka występujących *IN SITU* odziomków - pozostałości po ściętych siekierkami dębach, pogrzebanych przez młodsze aluwia. Świadczy to o tendencji do aggradacji rzeki w okresie funkcjonowania tego systemu.

Wstępne badania pokazują, że w obrębie starszego paleomeandra mamy do czynienia z redeponowanymi pniami z V - VI wieku, pniami z X - XI wieku oraz pniakami z X wieku (975 - 990 AD). W zachodniej części stanowiska w profilu K40 odsłaniają się pod cienką pokrywą mad piaszczyste i piaszczysto-żwirowe osady korytowe. Występujące w nich pnie były datowane dendrochronologicznie od spągu ku stropowi: belka wykonana z dębu ściętego po 859 AD oraz pnie powalone w 961 AD, 974 AD, 1022 \pm $\frac{3}{8}$ AD, 1032 \pm $\frac{3}{8}$ AD. Rozmieszczenie prób drewna w profilu poczynszy od najstarszych do najmłodszych oraz występowanie

warstwy bielastej zdaje się wskazywać, że są one współczesne osadowi. W obrębie młodszego systemu pnie i pniaki datowane są na XIV wiek (1310 - 1320 AD). Średniowieczna agradacja stwierdzana w Kujawach jest prawdopodobnie przedłużeniem fazy datowanej na okres rzymski w Branicach-Stryjowie (Kalicki, Krapiec, 1991a). Tendencja ta utrzymywała się do końca średniowiecza, gdy w XIV wieku system meandrów na Kujawach został porzucony wskutek awulsji koryta, co jest typowe dla rzek agradujących. W tym okresie nastąpiła też zmiana koryta Wisły w pobliskich Rybitwach, datowana według źródeł historycznych pomiędzy 1306 a 1358 r. (Bąkowski, 1902). Starszy paleomeander w Branicach-Stryjowie może jednak świadczyć, że agradacja trwała niemal do końca XVII wieku.



Rys. 4. Schemat stratygraficzny aluwioów w Branicach-Stryjowie (oprac. T. Kalicki). Objaśnienia: 1 - iły mioceneskie, 2 - żwiry, 3 - piaski ze żwirowni, 4 - piaski, 5 - mułki i mady, 6 - pnie i pniaki czarnych dębów, 7 - sieczka roślinna

Fig. 4. Stratigraphical scheme of alluvia at Branice-Stryjów (by T. Kalicki). Explanations: 1 - Miocene clay, 2 - gravels, 3 - gravels and sands, 4 - sands, 5 - silts, 6 - black oak trunks and stumps, 7 - plant detritus

PODSUMOWANIE I DYSKUSJA

W dotychczasowej literaturze znajdujemy szereg prób datowania aluwiów za pomocą subfossylnych pni drzew. Pierwsze próby były oparte na pojedynczych datowaniach, które miały określać wiek wszystkich pni znajdujących na stanowisku, a równocześnie ich wiek odnoszono automatycznie do całych serii aluwiów (Mycielska-Dowgiało, 1972; Wroński, 1974; Lindner, 1977). Kolejnym etapem było datowanie serii osadów na podstawie skorelowanych dendrochronologicznie i datowanych metodą ^{14}C generacji pni (Fink, 1977; Becker, Schirmer, 1977; Schirmer, 1983). W pracach tych dopuszczono, co prawda, możliwość redepozycji pni, jednakże nie brano tego pod uwagę przy interpretacji. Redepozycja pni zastała opisana w dolinie Wisłoki dzięki równoległemu zastosowaniu datowań radiowęglowych pni i badań paleobotanicznych osadów (Alexandrowicz et al, 1981). Jednakże w tej samej pracy pnie z Grabin i wątpliwe datowanie z Dęborzyna posłużyły do wyróżnienia "atlantyckiej" (6500 - 6000 BP) serii aluwiów.

Przedstawione bogate materiały z doliny Wisły w rejonie Krakowa dostarczają nowych danych istotnych dla problemu datowania aluwiów na podstawie pni drzew. W ich świetle wyniki wcześniejszych badań budzą poważne wątpliwości. Pojedyncze oznaczenie radiowęglowe lub dendrochronologiczne nie może być traktowane jako datujące osad. Również uzyskanie kilku zgodnych dat ^{14}C lub nawet występowanie jednej generacji dendrochronologicznej nie jest jednoznacznym wskaźnikiem wieku osadów, choć tak twierdzi szkoła niemiecka (np. Schirmer, 1983). Najlepszym przykładem na to jest stanowisko w Grabiach, gdzie w XIX-wiecznych osadach występują wyłącznie pnie z okresu 1470 - 1240 cal BC. Włączenie starszych pni w obręb młodszych aluwiów jest łatwe do stwierdzenia dla najbliższych nam czasów, gdy pomocne mogą być dane kartograficzne, historyczne, sedimentologiczne itp. Dotychczasowe badania w dolinie Wisły pokazują, że typowym zjawiskiem jest jednak występowanie różnowiekowych pni w obrębie jednego stanowiska (Kalicki, Krapiec, 1991a;

Kalicki, 1992). W takiej sytuacji wydawałoby się, że najmłodsze pnie mogłyby wyznaczać wiek osadów. Jednak w połączeniu z faktem braku pni lub ich sporadycznym występowaniem od XVI wieku w dolinie Wisły, XVIII wieku w dolinie Wisłoki (Krapiec, 1992) i od XIII - XV wieku w dolinach rzek południowych Niemiec (Becker, 1982; Delorme, Leuschner, 1983) okazuje się, że osady najmłodsze zawierają jedynie pnie starsze. Dobrym przykładem takiej sytuacji jest stanowisko w Branicach-Stryjowie, gdzie w XIX-wiecznych aluwiach najmłodsze pnie datowane są na koniec XV wieku.

Nie ma powodu sądzić, że redepozycja pni zachodziła jedynie w ostatnich stuleciach i nie występowała we wcześniejszych okresach. Dlatego datowanie starszych aluwiów jest trudne, a pomocna w tym jest ocena stanu zachowania drzew oraz kompletne profile kopalnych równin zalewowych (rys. 3).

Do cech, które wskazują na występowanie pni w miejscu ich pierwotnego złożenia, należy zaliczyć obecność warstwy bielastej i kory oraz obecność fragmentów konarów i systemu korzeniowego w dobrym stanie zachowania. Zasypywanie złożonego w korycie pnia odbywa się stosunkowo szybko, gdyż stanowi on naturalną przeszkodę i przyspiesza akumulację materiału niesionego przez rzekę (Florek, 1978; Domogaszew, Sergutim, 1987). Jeszcze szybsze pogrzebanie w osadzie następuje przy nagromadzeniach kilku czy kilkunastu pni, przy czym w "przegrodach" tego typu spotykane są pnie połamane i rozłupane (Branice-Stryjów).

Wyjątkowo korzystne do datowania osadów są znajdowane w profilach (Branice-Stryjów, Kujawy) odziomki ściętych przez człowieka drzew. Stwierdzenie, czy taki pniak znajduje się *in situ* nie sprawia trudności, gdyż w przypadku takich znalezisk mamy do czynienia z zachowanymi korzeniami drobnymi. Korzenie niższego rzędu nie występują natomiast w pniach i pniakach transportowanych w rzece lub redeponowanych.

Istotne jest również przestrzenne rozmieszczenie pni w aluwiach. Kierunki ich ułożenia mogą wskazywać, czy były przemieszczane przez najmłodsze,

widoczne w terenie starorzecza. Ale jeśli nawet były redeponowane, to ich zróżnicowanie wiekowe pozwala zrekonstruować kierunki migracji starszych (kopalnych) koryt, które składały współczesne im pnie. Jest to możliwe pomimo tego, że starsze serie aluwii zostały zniszczone na skutek przerobienia przez młodsze koryta (Branice-Stryjów).

LITERATURA

- Alexandrowicz S. W., Klimek K., Kowalkowski A., Mamakowa K., Niedziałkowska E., Pazdur M., Starkel L., 1981, The evolution of the Wisłoka valley near Dębica during the Late Glacial and Holocene; *Folia Quaternaria*, t. 53.
- Bąkowski K., 1902, Dawne kierunki rzek pod Krakowem; *Rocznik Krakowski*, s. 138-172.
- Becker B., 1972, Möglichkeiten für den Aufbau einer absoluten Jahrringchronologie des Postglazials anhand subfossiler Eichen aus Donauschottern; *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, t. 85, s. 29-45.
- Becker B., 1982, Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flussablagerungen; *Mitt. Komm. Quarterforschung*, t. 5.
- Becker B., Schirmer W., 1977, Paleoeologic study of the Holocene valley development of the River Main, Southern Germany; *Boreas*, t. 6, s. 303-321.
- Bieniasz F., 1888, Drzewo wydobyte na Podgórzu z głębi 7 m; *Rozpr. i Spraw. z Pos. Wydz. Mat.-Przyr. AU*, s. 70-72.
- Delorme A., Leuschner H. H., 1983, Dendrochronologische Befunde zur jüngeren Flussgeschichte von Main, Fulda, Lahn und Oker; *Eiszeitalter und Gegenwart*, t. 33, s. 45-57.
- Domogaszew V. N., Sergutin V. E., 1987, Karczechod i rusłowej proces; *Geomorfologia*, t. 2, s. 54-56.
- Dumanowski B., Jahn A., Szczepankiewicz S., 1962, The Holocene of Lower Silesia in the light of results of the first radiocarbon dating; *Bull. Pol. Acad. Sci., Ser. geol. geogr.*, t. 10, s. 47-52.
- Fink J., 1977, Jüngere Schotterakkumulationen im osterreichischen Donauabschnitt; [w:] *Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa, Erdwissenschaftliche Forschung*, t. 13, s. 190-211.
- Florek W., 1978, Pozycja czarnych dębów w osadach teras rzecznych i sposób ich fosylizacji w świetle badań z doliny Dolnego Bobru; *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 31, Ser. A, s. 79-92.
- Florek W., 1984, Niektóre problemy sedymentologiczne związane z budową teras środkowo- i młodoholocenijskich dolnego Bobru; *Roczn. PTG*, t. 54, s. 397-410.

- Goslar T., 1987, Dendrochronological studies in the Gliwice, Radiocarbon Laboratory, equipment, first results; *Ann. Acad. Sci. Fennicae, ser. A III*, t. 145, s. 97-104.
- Goslar T., 1990, Pomiary naturalnych radioaktywności ^{14}C o podwyższonej aktywności CO_2 na przełomie X i XI stulecia BP; *Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Ser. Matematyka-Fizyka*, z. 65, *Geochronometria* nr 7
- Goslar T., Pazdur M. F., 1985, Czarny dąb z Lublinka - najstarszy dąb kopalny z terenu Polski; *Wszechświat*, t. 86, s. 203-204.
- Kalicki T., 1991a, Holocenijskie generacje paleomeandrów Wisły w rejonie Krakowa; *Kwartalnik AGH, Geologia*, t. 17, s. 25-66.
- Kalicki T., 1991b, The evolution of the Vistula river valley between Cracow and Niepołomice in late Vistulian and Holocene times; *Geogr. Stud., Spec. Issue*, t. 6, s. 11-37.
- Kalicki T., 1992, Zmiany rozwinięcia Wisły pod Krakowem w późnym Vistulianie w świetle nowych stanowisk w Pleszowie i Łegu; *Folia Geogr., Ser. Geogr. Phys.*
- Kalicki T., Krąpiec M., 1991a, Black oaks and Subatlantic alluvia of the Vistula in the Branice-Stryjów near Cracow; *Geogr. Stud., Spec. Issue*, t. 6, s. 39-61.
- Kalicki T., Krąpiec M., 1991b, Subboreal black oaks identified from the Vistula alluvia at Grabie near Cracow (South Poland); *Kwartalnik AGH, Geologia*, t. 17, s. 155-171.
- Kalicki T., Starkel L., 1987, The evolution of the Vistula river valley downstream of Cracow during the 1st 15000 years; *Geogr. Stud., Spec. Issue*, t. 4, s. 51-70.
- Kmietowicz-Drachtowa I., 1964, Rys budowy geologicznej czwartorzędu Krakowa; *Spraw. z Pos. Komisji Nauk. Oddz. PAN w Krakowie*, s. 269-274.
- Krąpiec M., 1992, Skale dendrochronologiczne późnego holocenu południowej i centralnej Polski; *Kwartalnik AGH, Geologia*, t. 17, Nr 3.
- Kuraś S., 1965, Zbiór dokumentów Katedry i diecezji krakowskiej, cz.1, nr 142, Lublin.
- Lindner L., 1977, Wiek tarasów zalewowych rzek świętokrzyskich w świetle datowania "poziomu czarnych dębów" metodą C-14; *Kwartalnik Geol.*, t. 21, s. 325-334.
- Mościcki W., 1959, Pierwsze datowania wieku drewna kopalnego w Polsce metodą radiowęglą; *Acta Geol. Pol.*, t. 3, s. 1.
- Mycielska-Dowgiało E., 1972, Rozwój doliny środkowej Wisły w holocenie w świetle badań z okolic Tarnobrzega; *Przegl. Geogr.*, t. 1, s. 73-83.
- Pearson G. W., 1986, Precise calendrical dating of known growth period samples using a "curve fitting" technique; *Radiocarbon*, t. 28, s. 292-299.
- Pierzchała A., 1960, Rzeźba obszaru miasta Krakowa; *Czas. Geogr.*, t. 31, s. 25-46.

- Radwański K., 1972, Stosunki wodne wczesnośredniowiecznego Okołu w Krakowie, ich wpływ na topografię osadnictwa, próby powiązania tych zjawisk ze zmianami klimatycznymi; *Materiały Archeol.*, t. 13, s. 5-40.
- Rutkowski J., 1984, Węgiel kamienny pochodzenia antropogenicznego we współczesnych osadach żwirowo-piaszczystych Wisły rejonu Tyńca; [w:] *Holocen okolic Krakowa, Materiały Symp.*, s. 73-75.
- Schirmer W., 1983, Criteria for the differentiation of the late Quaternary river terrace; *Quaternary Studies in Poland*, t. 4, s. 199-206.
- Starkel L., Thornes J. B., 1981, Palaeohydrology of river basin; *British Geomorphol. Research Group Technical Bull.*, No. 29.
- Środoń A., 1952, Ostatni glacjał i postglacjał w Karpatach; *Biul. PTG*, t. 67, s. 27-76.
- Tauber H., 1968, Copenhagen Radiocarbon Dates 9; *Radiocarbon*, t. 10, s. 2.
- Trafas K., 1975, Zmiany biegu koryta Wisły na wschód od Krakowa w świetle map archiwalnych i fotointerpretacji; *Prace Geogr. UJ*, t. 40.
- Wasylikowa K., Starkel L., Niedziałkowska E., Skiba S., Stworzewicz E., 1985, Environmental changes in the Vistula valley at Pleszów caused by Neolithic man; *Przegląd Archeol.*, t. 33, s. 19-55.
- Wroński J., 1974, Wiek bezwzględny aluwii niektórych rzek dolnego Śląska; *Przegląd Geol.* t. 12, s. 602-606.
- Zaręczny S., 1894, *Atlas geologiczny Galicji, Tekst do zeszytu 3, Kraków.*

Wpłynęło do Redakcji: 5 czerwca 1992.

Recenzent: Prof. dr hab. Bolesław Nowaczyk

Abstract

The paper discusses experience in application of dendrochronology to dating of alluvial sediments gathered during detailed geological and dendrochronological studies of three sites in the Vistula river valley near Cracow. The authors criticise opinions expressed in some older papers which were based on assumption that the age of single trunks or their generations coincide with the age of alluvial sediments. Because of very frequent redeposition of trunks such assumption should be carefully verified. The preservation of trunks seems to be the best diagnostic feature which may help

to recognize if the trunks are really *in situ*. This type of dendrochronological information in association with sedimentological profiles of fossil flood plains enables reliable dating of older sediments. Analysis of spatial distribution of trunks enables reconstruction of fossil paleochannels.